

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-35463✓

(43)公開日 平成6年(1994)2月10日

(51)Int.Cl. ⁵	識別記号	序内整理番号	F I	技術表示箇所
G 1 0 H 1/02		8622-5H		
	1/12	8622-5H		
H 0 4 R 3/04	1 0 1	7346-5H		

審査請求 未請求 請求項の数1(全 7 頁)

(21)出願番号 特願平4-187156

(22)出願日 平成4年(1992)7月14日

(71)出願人 000004075

ヤマハ株式会社

静岡県浜松市中沢町10番1号

(72)発明者 藤森 潤一

静岡県浜松市中沢町10番1号 ヤマハ株式会社内

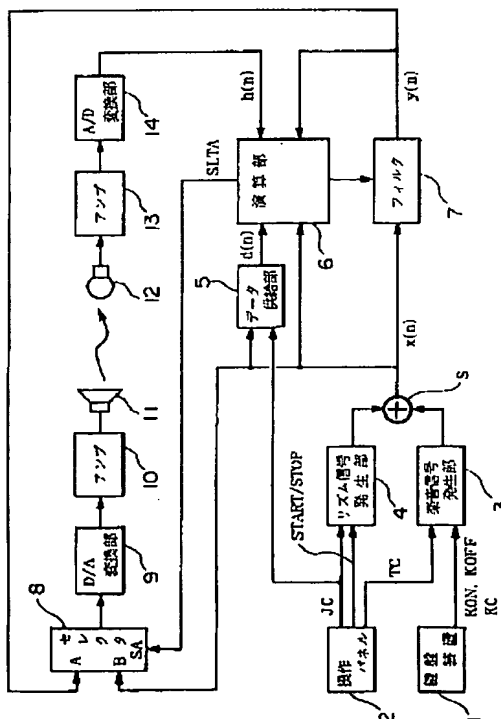
(74)代理人 弁理士 志賀 正武 (外2名)

(54)【発明の名称】 電子楽器

(57)【要約】

【目的】 聴取者に到達する楽音が、外部環境による伝達特性に係わらず、所望の周波数特性を有するようにすること。

【構成】 楽音信号発生部3は指定された音色・音名に対応した楽音信号を発生する。次に、フィルタ7は、設定されたパラメータに基づいて楽音信号の周波数特性を制御し、スピーカ11がフィルタの出力信号を楽音として出力する。マイク12は、外部環境によりその周波数特性が変化した楽音を再び取り込んで信号に変換する。データ供給部5は、所望の周波数特性に関するデータを演算部6に供給する。演算部6は、該データとマイク12による信号とから、フィルタ7の周波数特性を制御するパラメータを演算生成する。これにより、フィルタ7は、室内環境による変化を補償するように、出力する楽音信号の周波数特性を制御する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 所定の楽音信号を発生する楽音信号発生手段と、

フィルタ係数により規定された特性にて前記楽音信号を濾波するフィルタ手段と、

このフィルタ手段によって濾波された楽音信号に基づいて、楽音を出力する出力手段と、

前記出力手段による楽音を入力し、信号に変換する入力手段と、

10 所望の周波数特性に関するデータを少なくとも1つ以上記憶するとともに、前記データを選択的に供給する記憶手段と、

この記憶手段から供給されたデータと前記入力手段による信号とから前記フィルタ係数を演算生成して、前記フィルタ手段に供給するフィルタ制御手段とを具備することを特徴とする電子楽器。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 この発明は、例えば、楽音の周波数特性が環境に応じて所望の周波数特性となるような電子楽器に関する。

【0002】

【従来の技術】 従来より、スピーカを内蔵し、イコライザやエフェクタ等の機能を有する電子楽器が知られている。この電子楽器では、イコライザ等の各種パラメータを調節・設定することにより、出力すべき楽音の周波数特性を自在に変化させることができる。

【0003】 ところで、聴取者（演奏者）がスピーカから離れている場合、聴取者の耳に到達する楽音は、スピーカからの直接到達するもの他に、室内の壁に反射するなどして特定周波数帯域が増幅あるいは減衰されるものもある。つまり、スピーカから発音される楽音は、聴取者の耳に到達するまでに、室内環境等の外部環境によってその周波数特性が変化することになる。したがって、聴取者は、スピーカから実際に出力されたものとは異なる周波数特性の楽音を聞くことになる。そこで、聴取者は、楽音の周波数特性変化を補正するために、イコライザ等の各種パラメータを予め調整して、耳に到達する楽音の周波数特性を所望のものとなるようにしていた。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、聴取場所の変更や、設置場所の移動など外部環境の変化がある毎に、楽音を所望の周波数特性となるように調節する必要が生じる。この場合、聴取者は各種パラメータを再設定しなければならないので、多大な手間、時間が必要となるという問題があった。この発明は、上記問題に鑑みなされたもので、その目的とするところは、環境による周波数特性変化を補償するように、出力すべき楽音信号の周波数特性を制御して、聴取者に到達する楽音が所望のものとなるような電子楽器を提供することにある。

【0005】

【課題を解決するための手段】 この発明は上述した課題を解決するために、所定の楽音信号を発生する楽音信号発生手段と、フィルタ係数により規定された特性にて前記楽音信号を濾波するフィルタ手段と、このフィルタ手段によって濾波された楽音信号に基づいて、楽音を出力する出力手段と、前記出力手段による楽音を入力し、信号に変換する入力手段と、所望の周波数特性に関するデータを少なくとも1つ以上記憶するとともに、前記データを10 選択的に供給する記憶手段と、この記憶手段から供給されたデータと前記入力手段による信号とから前記フィルタ係数を演算生成して、前記フィルタ手段に供給するフィルタ制御手段とを具備することを特徴としている。

【0006】

【作用】 上述した構成によれば、出力手段により出力された楽音は、外部環境によってその周波数特性に変化を受けた後に、再び入力手段によって取り込まれ、信号に変換される。フィルタ制御手段は、この信号および記憶手段のデータから、出力手段と入力手段との伝達特性を補償するような、フィルタ係数を演算生成して、フィルタ手段を制御する。このフィルタ係数に基づいて、フィルタ手段は楽音信号の周波数特性を変化させる。さらに、所望の周波数特性を示すデータ複数個を、記憶手段に予め記憶させておき、データを選択することによって、聴取者に到達する楽音を所望の周波数特性となるように制御することが可能となる。

【0007】

【実施例】 以下、図面を参照してこの発明の実施例について説明する。図1は、この実施例の電子楽器の電氣的構成を示すブロック図である。この図において、1は鍵盤や各鍵に対応したスイッチ等によって構成された鍵盤装置であり、演奏者が操作する鍵の押離を検出して、押鍵に対応する信号キーオンKON、離鍵に対応するキーオフKOFF、押鍵に対応した音高を示す信号キーコードKC等を生成する。

【0008】 2は音色やリズム等の設定を行う操作パネルである。この操作パネル2には、図4に示すように、リズムを選択するスイッチ2₁~2₃、リズムのスタート/ストップを指示するスイッチ2₄、および音色を選択するスイッチ2₅~2₈が各々設けられており、これらスイッチの設定・選択から次に示す信号が生成される。すなわち、これら信号は、リズムのスタート/ストップ指示に対応するSTART/STOP、発音すべき音色を示す音色コードTC、リズムの種別に対応するジャンルコードJCである。

【0009】 再び図1に戻る。3は、キーオンKONおよびキーオフKOFFに応じて、キーコードKCに対応する音高の、音色コードTCに対応する音色の、楽音信号を生成する楽音信号発生部であり、生成した楽音信号

を加算器Sの一方の入力端へ供給する。一方、4はリズム信号発生部であり、スイッチ24によってリズムスタートの指示がされた場合に、ジャンルコードJCに対応するリズム信号を発生し、加算器Sの他方の入力端へ供給する。

【0010】加算器Sにおいて、楽音信号およびリズム信号が加算されて、以下の入力端に供給される。これらの入力端は、データ供給部5、演算部6、フィルタ7およびセレクタ8の入力端子Bである。ここで、加算器Sの加算結果を $x(n)$ とする(n はサンプリング周期に対応したタイムスロットの番号0, 1, 2, …を表す)。データ供給部5は、操作パネル2で選択可能なジャンル毎に聴取者が聴取する楽音の理想的な周波数特性を記憶するとともに、例えば、フィルタを有し、加算結果 $x(n)$ にジャンルコードJCに基づく周波数特性を付与するものであり、付与した信号 $d(n)$ を演算部6に供給する。ここで、ジャンル毎の理想的な周波数特性とは、例えば、ジャズであれば全体域にわたって均一な特性であるのが望ましく、また、ロックであれば高域が強調される特性であるのが望ましい等を言う。

【0011】演算部6は、後述する加算器、パラメータ供給部および推定値付与部からなり、その内部構成は動作状態によって変化する。演算部6は、これら各部によって、その各入力端に供給される信号から後述する誤差信号 e を生成し、この誤差信号 e に基づいてフィルタ7の各乗算係数を算出するとともに、セレクタ8の選択を制御する信号SLTAを出力する。フィルタ7は該乗算係数に基いて加算結果 $x(t)$ の周波数特性を制御して、この出力信号を演算部6およびセレクタ8の入力端

$$\begin{aligned} y(n) &= w(0) \cdot x(n) + w(1) \cdot x(n-1) + \dots + w(m-1) \cdot x(n-m+1) \\ &= \sum_{i=0}^{m-1} w(i) \cdot x(n-i) \end{aligned}$$

【0015】すなわち、フィルタ7では、係数 $w(0) \sim w(m-1)$ を変化させることにより、加算結果 $x(n)$ の周波数特性を変化させることができるようになっている。

【0016】次に、この実施例の動作について説明する。はじめに、この実施例では、スピーカ11とマイク12との間における伝達特性 H をして、推定特性 H' を求める。この後、実施例では、スピーカ11により出力される楽音に対し、予め推定特性 H' の逆特性を付与して、外部環境による周波数特性の変化を補償させる。以下、これらについて詳述する。

【0017】まず、伝達特性 H を推定するために、演算部6は、信号SLTAを「0」にして、セレクタ8に入力端子Bを選択させる。このとき、本実施例においては、加算結果 $x(n)$ として、鍵盤演奏あるいは自動リズムによる楽音信号を用いる。これは、鍵盤演奏音ある

子Aに供給する。

【0012】セレクタ8は、入力端子A、Bへ供給されるデータ的一方を、セレクト端子SAに供給される信号SLTAに基づいて選択して、出力するものであり、信号SLTAが「1」のとき、入力端子Aが選択されるようになっている。セレクタ8の出力は、D/A変換部9によってアナログ信号に変換された後に、アンプ10によって増幅されて、スピーカ11を介して楽音として出力される。スピーカ11による楽音は、マイク12により電気信号に変換され、アンプ13に増幅を介し、さらにA/D変換部14によってデジタル信号に変換されて演算部6に供給される。ここで、マイク12は、楽音を聴取する場所に設置されるものである。

【0013】次に、フィルタ7の詳細構成について図3を参照して説明する。この図において、Dは、その入力データをサンプリング周期の1周期分だけ遅延させる遅延素子である。ここで、 m を正整数とすると、遅延素子Dは、この図に示すように、 $(m-1)$ 個カスケード接続されており、一般的な遅延結果 $x(n-i)$ ($i=0 \sim m-1$)が乗算器 M_i にそれぞれ供給されている。そして、乗算器 $M_0 \sim M_{m-1}$ の各々は、演算部8から供給される係数 $w(0) \sim w(m-1)$ をそれぞれ乗算するものである。乗算器 $M_0 \sim M_{m-1}$ の各乗算結果は、加算器Aにて加算されて、このフィルタ7の信号 $y(n)$ として供給される。このようなフィルタ7の構成において、信号 $y(n)$ は次式のようになる。

【0014】

【数1】

いは自動リズム音が広い周波数帯域にわたって発生可能であるからであるが、例えば、ノイズ発生器を設け、全周波数帯域にわたって特性がフラットなホワイトノイズ信号を用いてもよい。図2は、この状態における図1の構成、特に、加算器Sより後段を簡略化したものであり、説明の便宜上、周波数特性が変化しない部分(セレクタ8、D/A変換部9、アンプ10、13、A/D変換部14)を省略してある。なお、この図1と同一部分には同一符号が付与されている。

【0018】この図に示すように、セレクタ8において入力端子Bが選択された場合、加算結果 $x(n)$ は、フィルタ7および演算部6に供給されるとともに、スピーカ11によって発音される。このとき、マイク12によって取り込まれる信号を $h(n)$ とすると、この信号 $h(n)$ は、加算結果 $x(n)$ に伝達特性 H を付与したものととなる。

5

【0019】次に、演算部6は、その加算器61において、

$$e = h(n) - y(n)$$

となる誤差信号 e を算出し、パラメータ供給部62に供給する。この誤差信号 e が最小となるような、フィルタ7の乗算係数 $w(i)$ の組を設定することによって、伝達特性 H を推定することができる。一般に、誤差信号 e の2乗を最小とさせるには、最小2乗法(LMS法)を用いた適応過程によって、すなわち、次式を用いることによって、新たに供給すべきフィルタ係数 $w'(i)$ を算出すれば良いことが知られている。

【0020】

【数2】

$$w'(i) = w(i) + 2\mu e \cdot x(n-i)$$

ただし、 $i = 0 \sim m-1$

【0021】この式において、 μ は乗算係数 $w(i)$ の収束の速さを決定する係数である。例えば、係数 μ の値が非常に小さい場合には、適応過程において振動なく最小点に収束するが、適応速度は遅くなる。一方、係数 μ の値が非常に大きい場合には、適応過程における各ステップで行き過ぎが生じ、発散してしまう可能性があるが、適応速度は速くなる。このような係数 μ の値は、図示しないスイッチボリューム等によって、適切な値に設定される。また、 $x(n-i)$ には、パラメータ供給部62に入力される加算結果 $x(n)$ を順次記憶することにより得るが、フィルタ7の各遅延結果を用いるようにしても良い。このようにして、誤差信号 e を最小にする、フィルタ7の乗算係数 $w(i)$ の組は、演算部6内の、図示しない記憶部に記憶されて、伝達特性 H が推定される。このようにして推定された伝達特性 H の推定特性を H' とする。

【0022】伝達特性 H の推定完了後、演算部6は、信号SLTAを「1」にして、セレクタ8に入力端子Aを選択させる。このとき、加算結果 $x(n)$ として、リズム信号発生部4によるリズム音と楽音信号発生部3との加算信号が用いられる。すなわち、通常の演奏音が用いられる。図3は、この状態における図1の構成を簡略化したものであり、図1と同一部分には同一符号が付与されている。この図に示すように、加算結果 $x(n)$ は、フィルタ7、演算部6およびデータ供給部5に供給される。データ供給部5に供給された加算結果 $x(n)$ には、操作パネル2からデータ供給部5に供給されるジャンルコードJCに対応する周波数特性が付与されて、目標信号 $d(n)$ として加算器61の一方の入力端に供給される。ここで、ジャンルコードJCに対応する周波数特性を D とすると、 $d(n)$ は、 $d(n) = D \cdot x(n)$ である。

【0023】また、フィルタ7に供給された加算結果 x

6

(n)には、所定の周波数特性が付与されて、信号 $y(n)$ として出力される。信号 $y(n)$ はフィルタ7によって出力され、外部環境により、その周波数特性に変化を受け、マイク12に信号 $h(n)$ として取り込まれる。すなわち、信号 $h(n)$ は、フィルタ7の出力信号 $y(n)$ に、伝達特性 H を付与したものであるので、 $h(n) = H \cdot x(n)$ である。

【0024】さらに、加算器61において、

$$e = h(n) - d(n)$$

なる誤差信号 e が算出されて、パラメータ供給部62の一方の入力端に供給される。

【0025】一方、パラメータ供給部62に供給された加算結果 $x(n)$ には、例えば、フィルタで構成される推定値付与部63によって、前述した伝達特性 H の推定特性 H' が付与される。ここで、推定特性 H' が付与された信号を $x'(n)$ とする。パラメータ供給部62は、誤差信号 e と信号 $x'(n)$ とから、次式を用いて誤差信号 e の2乗を最小とする係数 $w'(i)$ を算出し、フィルタ7の各乗算器に供給する。

【数3】

$$w'(i) = w(i) + 2\mu e \cdot x'(n-i)$$

【0026】これによって、フィルタ7の特性は D/H' となるので、その出力信号 $y(n)$ は、

$$y(n) = (D/H') \cdot x(n)$$

である。さらに、スピーカ11から出力される $y(n)$ には、伝達特性 H が付与されるので、マイク12によって取り込まれる信号 $h(n)$ は、

$$h(n) = H \cdot y(n)$$

$$= H \cdot (D/H') \cdot x(n)$$

となる。前述した、伝達特性 H の推定が精度良く行われれば $H/H' \approx 1$ であるので、

$$h(n) \approx D \cdot x(n)$$

$$\approx d(n)$$

となる。さらに、 H/H' を1に近づけるには、遅延素子 D の接続数を増やす、 μ の値を適切に設定する、等によって実現できる。

【0027】したがって、マイク12に到達する楽音は、外部環境による伝達特性 H にかかわらず、加算結果 $x(n)$ にジャンルコードJCに対応する周波数特性 D を付与したものとなる。すなわち、演奏者が聴取する楽音は、所望の周波数特性 D を有することになる。

【0028】上述した実施例では、以下の変形が可能である。

上述した実施例では、モノラル構成であったが、図6(1)に示すように、2スピーカ、2マイク構成のステレオ構成であっても良い。この図において、 $x_R(n)$ 、 $x_L(n)$ の各々は、図1における加算結果 $x(n)$ を R 、 L チャンネル用に振り分けたものであり、

7

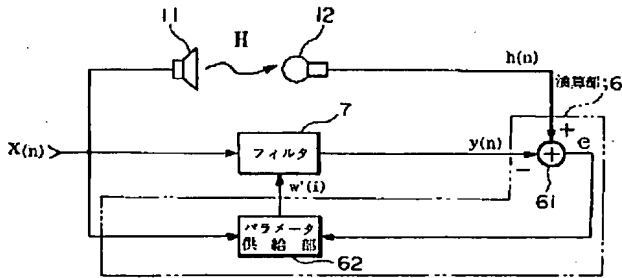
$x_R(n)$ はフィルタ 7_{R-R} 、 7_{R-L} に、また、 $x_L(n)$ はフィルタ 7_{L-R} 、 7_{L-L} に各々供給されている。フィルタ 7_{R-R} は、スピーカ $11R$ からマイク $12R$ への伝達特性 H_{R-R} の逆特性を付与するものであり、同様に、フィルタ 7_{R-L} はスピーカ $11R$ からマイク $12L$ への伝達特性 H_{R-L} の、フィルタ 7_{L-R} はスピーカ $11L$ からマイク $12R$ への伝達特性 H_{L-R} の、フィルタ 7_{L-L} はスピーカ $11L$ からマイク $12L$ への伝達特性 H_{L-L} の、各逆特性を各々付与するものである。そして、加算器 SR においてフィルタ 7_{R-R} 、 7_{L-R} の出力が加算されて、この加算結果がスピーカ $12R$ から発音される。同様に、加算器 SL においてフィルタ 7_{L-R} 、 7_{L-L} の出力が加算されて、この加算結果がスピーカ $12L$ から発音される。各フィルタ 7_{R-R} 、 7_{R-L} 、 7_{L-R} 、 7_{L-L} と、伝達特性 H_{R-R} 、 H_{R-L} 、 H_{L-R} 、 H_{L-L} とを、上述した実施例のように対応させるように構成すると、楽音をステレオとすることができる。

【0029】 上述した周波数特性は、ジャンルコード JC に対応するものであり、固定であったが、演奏者が任意に設定したものであっても良い。さらに、複数個設定できるようにしておき、所望のものを選択できるようにしても良い。

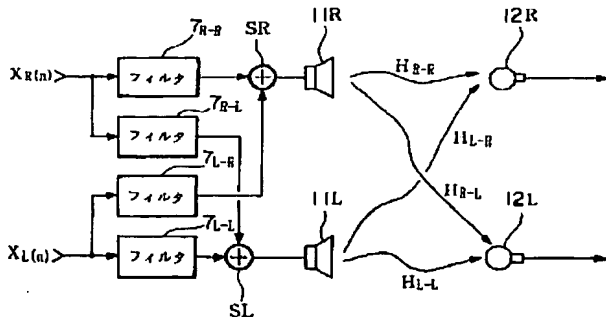
【0030】

【発明の効果】 以上説明したようにこの発明によれば、

【図2】



【図6】



8

フィルタ手段は、室内環境による周波数特性変化を捕償するように、楽音信号の周波数特性を制御するので、聴取者に到達する楽音が所望の周波数特性となるような電子楽器を提供することが可能である。

【図面の簡単な説明】

【図1】 この発明による実施例の構成を示すブロック図である。

【図2】 同実施例の動作を説明するための概略ブロック図である。

10 【図3】 同実施例の動作を説明するための概略ブロック図である。

【図4】 同実施例における操作パネル2の詳細構成を示す平面図である。

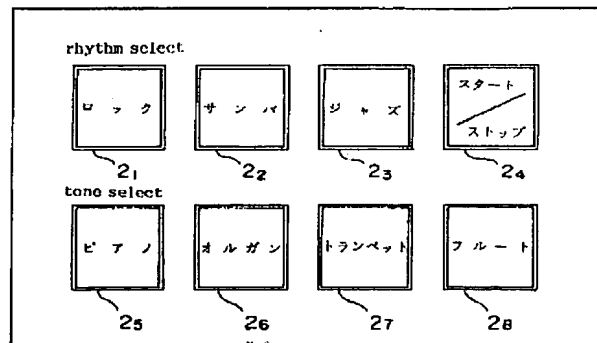
【図5】 同実施例におけるフィルタ7の詳細構成を示すブロック図である。

【図6】 この発明の変形例の要部構成を示すブロック図である。

【符号の説明】

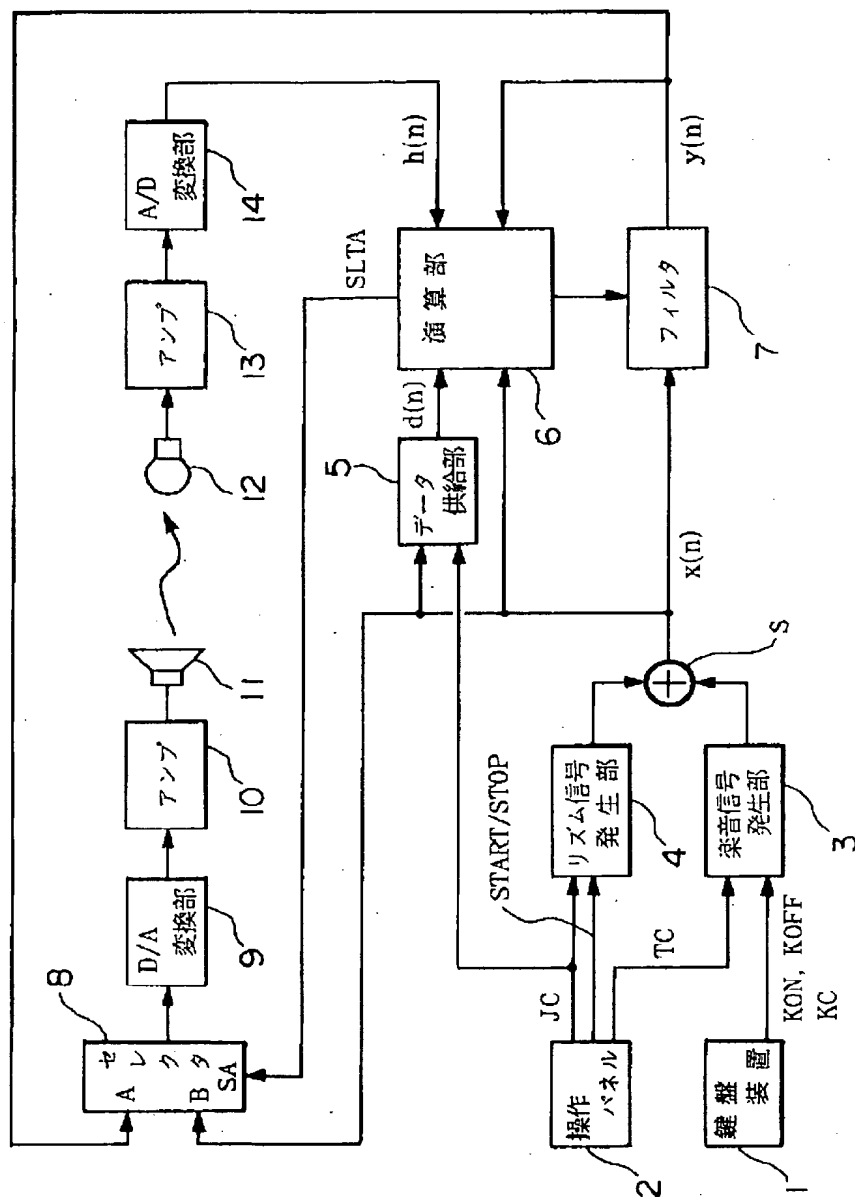
3……楽音信号発生部（楽音信号発生手段）、5……データ供給部（目標値供給手段）、6……演算部（フィルタ制御手段）、7……フィルタ（フィルタ手段）、11……スピーカ（出力手段）、12……マイク（入力手段）

【図4】

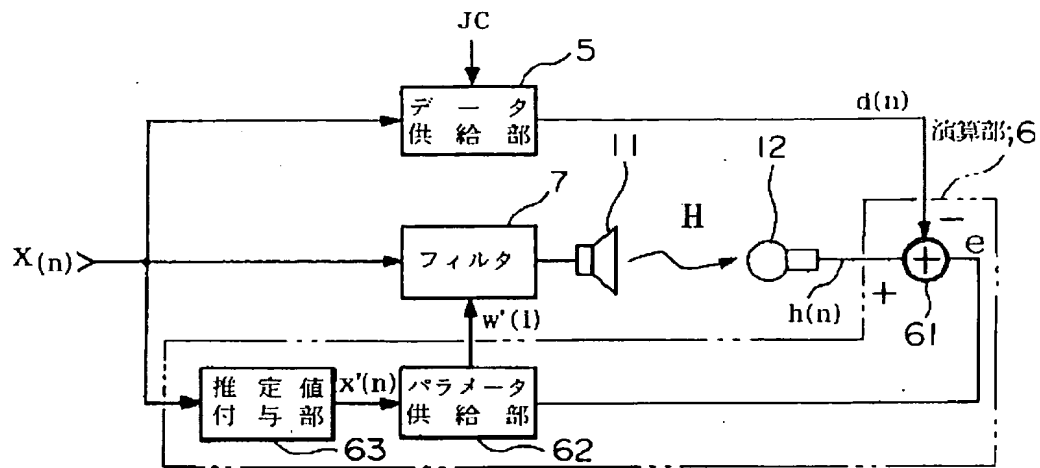


操作パネル 2

【図1】



【図 3】



【図 5】

